

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Schnauder, Ingo; Gerstgraser, Christoph; Nones, Michael; Schuster, Mathias; Giebler, Steffen

Sediment – ein „missing link“ zwischen WRRL und HWRL? Untersuchungen an einem sandgeprägten Tieflandfluss

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103322>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schnauder, Ingo; Gerstgraser, Christoph; Nones, Michael; Schuster, Mathias; Giebler, Steffen (2016): Sediment – ein „missing link“ zwischen WRRL und HWRL? Untersuchungen an einem sandgeprägten Tieflandfluss. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Gewässerentwicklung & Hochwasserrisikomanagement - Synergien, Konflikte und Lösungen aus EU-WRRL und EU-HWRM-RL. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 57. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 169-178.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Sediment – ein „missing link“ zwischen WRRL und HWRL? Untersuchungen an einem sandgeprägten Tieflandfluss

Ingo Schnauder, Christoph Gerstgraser,
Michael Nones, Mathias Schuster, Steffen Giebler

Transport und Umlagerung von Sedimenten sind in Fließgewässern natürliche Prozesse. Durch Hochwässer können erhebliche Mengen an Sedimenten mobilisiert werden, mit positiven als auch negativen Auswirkungen für die aquatische Biodiversität und das Hochwasserrisiko. Allerdings wird diesem Aspekt derzeit weder in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) noch in der Hochwasserrahmenrichtlinie (HWRL) ausreichend Rechnung getragen wie am Beispiel eines sandgeprägten Tieflandflusses, der Spree bei Cottbus, aufgezeigt wird.

Stichworte: Sediment, Sedimenttransport, sandgeprägter Tieflandfluss, Renaturierung, Monitoring, HWRL, WRRL.

1 Vorgaben für Fließgewässer in WRRL und HWRL

EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und EU-Hochwasserrichtlinie (HWRL) bilden derzeit den Gesetzesrahmen, der Gestalt und Funktion der Fließgewässer in Deutschland weitgehend vorgibt. Da die HWRL später verabschiedet wurde, enthält sie ein Koordinierungsgebot mit der bestehenden WRRL, das einer Verbesserung der Effizienz, des Informationsaustausches und der Erzielung von Synergieeffekten dient.

Ziel der WRRL ist die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes der Fließgewässer, die HWRL dient der Verringerung des Hochwasserrisikos und negativer Auswirkungen auf verschiedene Schutzgüter (Tabelle 1). Von zentraler Bedeutung sind dabei die Bewertungskriterien / Indikatoren, die repräsentativ für viele unberücksichtigte Parameter des Gewässers stehen. Bei der WRRL sind dies vorrangig biologische Komponenten, die über Beprobungen erfasst werden. Bei der HWRL zählt das Ausmaß des Einstaus, welches auf Grundlage von hydronumerischen Strömungsmodellen (HN-Modelle) und DGM-Überlagerung mit GIS-Anwendungen bewertet wird.

In beiden Fällen wird bei der Zustandserhebung eine Momentaufnahme des Gewässers zugrunde gelegt, ohne auf die räumlich-zeitliche Dynamik einzugehen.

Tabelle 1: Gegenüberstellung von WRRL und HWRL

	WRRL	HWRL
Ziele	Erreichen des guten ökologischen Zustands / Potentials der Grund- und Oberflächenwasserkörper, Verschlechterungsverbot, Garantie der ökologischen Funktion	Verringerung des Hochwasserrisikos und seiner Auswirkung auf Schutzgüter (Mensch, Umwelt, Kulturerbe, Wirtschaft und Sachwerte)
Zeitraum	1. Zyklus 2004 - 2015 2. Zyklus 2013 - 2021 3. Zyklus 2019 - 2024	1. Zyklus 2011 - 2015 1. Fortschreibung Risikobewertung bis 2018 2. Fortschreibung HW-Karten bis 2019 3. Fortschreibung HWRM-Pläne bis 2021 Aktualisierung im 6-Jahres-Zyklus
Vorgehensweise	Bestandsaufnahme, Überwachungsprogramme, Bewirtschaftungspläne & Maßnahmenprogramme (GEKs), Umsetzung, Erfolgskontrolle	Dreistufig: Bewertung des HW-Risikos HW-Gefahren- und HW-Risikokarten HW-Risikomanagementpläne
Bewertungskriterien	Biologie (Makrozoobenthos, Makrophyten & Phytobenthos, Phytoplankton, Fische) in Ergänzung: Hydromorphologie, chemische / physikalisch-chemische Wasserqualität	Charakterisierung des Ausmaßes an Überflutung für HW-Szenarien mit hoher / mittlerer / niedriger Wahrscheinlichkeit
Tools / Methodik	Beprobung (Biologie) Kartierung (Hydromorphologie) Beprobung (Wasserqualität)	Datenrecherche (z.B. historische HW) Hydronumerische Modellierung Analysen mit GIS-Software

Bei den biologischen Komponenten entscheidet der Zustand bei der Beprobung, bei der HN-Modellierung der Zustand bei der Vermessung, welcher ins Rechengitter übertragen wird. Flüsse, die im statischen Gleichgewicht sind, werden damit vielleicht ausreichend erfasst. Sobald aber hydrodynamische Prozesse mit Umlagerung von Sediment eine Rolle spielen, ist der Gewässerzustand durch eine stichprobenhafte Methodik nicht mehr ausreichend beschrieben.

An der Renaturierung der Spree bei Cottbus, die als sandgeprägter Tieflandfluss eingeordnet wird, soll nachfolgend aufgezeigt werden, wie Mobilisierung, Transport und Umlagerung von Sediment die Bewertung nach WRRL und HWRL beeinflussen und welche Defizite daraus entstehen können.

Ob andere EU-Mitgliedsstaaten und Bundesländer besser mit dieser Problematik umgehen, wird anhand der Ergebnisse einer europaweiten Befragung betrachtet. Diese wurde im Rahmen des EU-Projektes HYTECH durchgeführt, bei dem unser Büro mitwirkt.

2 Die Renaturierung der Spree bei Cottbus

Wasserbauliche und kulturhistorische Maßnahmen veränderten die Spree und ihren Talraum über Jahrhunderte. Durch Eindeichung und Melioration wurden dem verzweigten Flusslauf mit seinen ausgedehnten Auwäldern und Feuchtwiesen landwirtschaftlich nutzbare Flächen abgerungen (Köhler, 1934). Aus dem Netz aus geschwungenen Haupt- und Nebenarmen wurde ein begradigtes Einbettgerinne mit erhöhter Transportkapazität. Mitte der 60er Jahre erfolgte mit dem Bau der Talsperre Spremberg die Unterbrechung der Sedimentzufuhr aus dem Einzugsgebiet. Um die dadurch entstandene latente Sohlenerosion zu kontrollieren, erfolgte der Bau von Sohlenrampen, die zu einer kaskadenartigen Stauhaltung führten. Damit ging neben der Anbindung an Ufer und Auen auch die ökologische Durchgängigkeit in Längsrichtung verloren (gIR, 2011a).

Als Ergebnis stellt auch die „Cottbuser Spree“ ein monotones Fließgewässer mit einer hohen Strukturarmut dar und erreichte in der ersten Bestandsaufnahme nicht die Ziele der WRRL (LUA, 2005). Von 2007 bis 2014 erfolgte auf 11 km Länge nördlich von Cottbus die Renaturierung der Spree und ihrer Aue. Hauptziele waren die Förderung der eigendynamischen Entwicklung und der aquatisch-terrestrischen Vernetzung, z. B. durch Vorlandabsenkungen und Ufervegetationsentwicklung (Abbildung 1). Mit einer Fläche von 400 ha ist das Projekt, im Auftrag von Vattenfall Europe Mining als Kompensationsmaßnahme für den Tagebau Cottbus Nord, die größte Gewässerrenaturierung in Brandenburg (Gerstgraser & Zank, 2012).



Abbildung 1: Spreeabschnitt bei Maiberg vor der Renaturierung sowie 1,5 Jahre später nach Maßnahmenumsetzung (Quelle: Vattenfall)

Seit 2007 erfolgt die Kontrolle der Wirkung der Strukturierungsmaßnahmen durch ein aufwendiges Monitoringprogramm unter Einbeziehung verschiedener Fachgutachter (Gerstgraser et al., 2015). Das Monitoring umfasst sowohl Untersuchungen von Flora und Fauna als auch von abiotischen Faktoren. Bis zu

16 verschiedene Monitoringberichte werden den Fachbehörden jährlich vorgelegt. In der Summe lassen die vorliegenden Monitoringdaten einmalige Schlüsse über die Wirkung und Entwicklung der Renaturierung einer Auenlandschaft zu.

3 Morphologie und Sedimentdynamik der Cottbuser Spree

Das Untersuchungsgebiet der Spree liegt im Bereich des Cottbuser Schwemmsandfächers und damit einer Ablagerungsstrecke. Durch den Deichbau wurden die Ablagerungen auf die Fläche der Vorländer konzentriert. Als Folge hat sich die Spree mitsamt ihren Deichvorländern gegenüber dem Umland aufgehöhht. (Abbildung 2). Die Aufhöhung verläuft dabei nicht gleichmäßig über das gesamte Vorland, sondern nimmt zum Fluss hin zu. Daraus entsteht ein Quergefälle, welches größer als das Talgefälle ist und bei Überschreitung des bordvollen Abflusses zu einem seitlichen Ausfließen führt (Schuster, 2015).

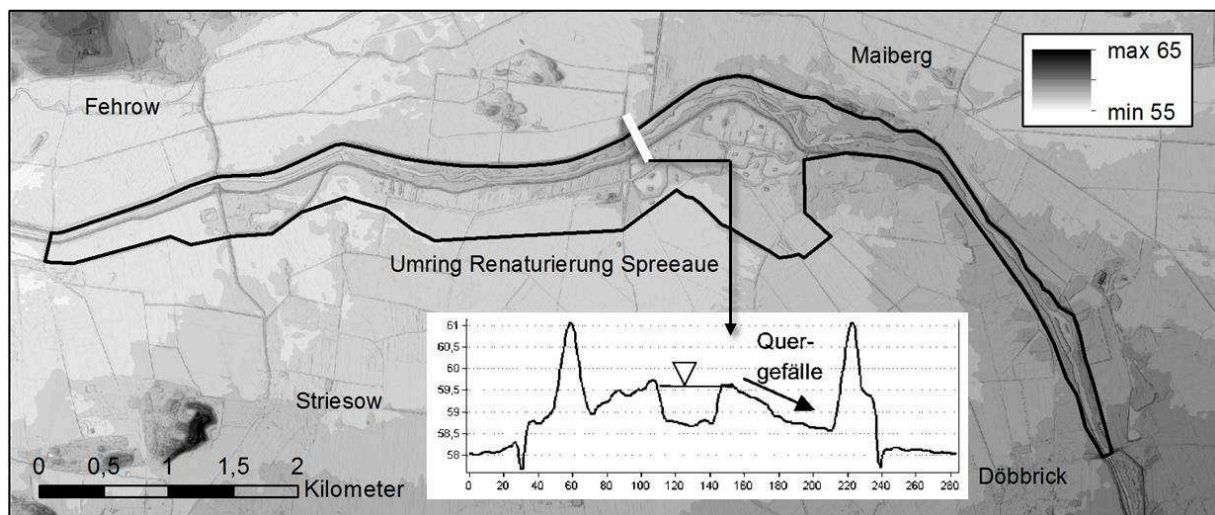


Abbildung 2: Höhenrelief der Spree mit Querprofilschnitt (Quelle: DGM Vattenfall)

Als sandgeprägter Tieflandfluss mit einem mittleren Korndurchmesser unter 1 mm ist die Sohle der Spree bereits bei Niedrigwasserabflüssen latent mobil. Abhängig vom Strömungsangriff und Schubspannungsüberschuss erfolgt der Sedimenttransport über verschiedene Stadien der Bettformbildung (z. B. Sandriffel, Dünen).

Zur genaueren Analyse der Transportdynamik wurde die Abflussganglinie der Spree in „stream power“ umgerechnet und mit Bettform-Schwellenwerten für den mittleren Korndurchmesser verglichen (Abbildung 3). Dabei zeigt sich, dass während der extremen Hochwasserspitzen 2010 und 2013 der Übergangsbereich erreicht wird.

Im Übergangsbereich reißen Bettformen auf und das Sediment wird praktisch mit der fließenden Welle transportiert, wodurch die Transportrate sprunghaft ansteigt. Überall dort, wo das Sedimentkontinuum der Spree unterbrochen wird, kommt es innerhalb von kurzer Zeit zu Ablagerung und Erosion. Auch die Renaturierungsstrecke war bei den HW 2010 und 2013 von Umlagerungsprozessen betroffen. Dabei wurde beim HW 2010 Sediment in der Größenordnung von geschätzt 60.000 m³ abgelagert (gIR, 2012). Da durch die Talsperre Spremberg die Sedimentzufuhr von oberstrom unterbunden ist, glich die Spree ihr Sedimentdefizit überwiegend durch Sohlenerosion aus. Umgerechnet auf 34 km Fließstrecke bis zur Renaturierungsstrecke, ergibt das abgelagerte Gesamtvolumen eine mittlere Sohleneintiefung von etwa 10 cm (gIR, 2011a).

Besonders betroffen von Ablagerungen waren die Vorlandabsenkungen. Allein in sechs Aufweitungen entlang eines 2 km langen Abschnitts wurden beim HW 2013 insgesamt 10.000 m³ abgelagert (Borchardt, 2016), was fast bis zur vollständigen Versandung der einzelnen Nebenarme führte (Abbildung 4).

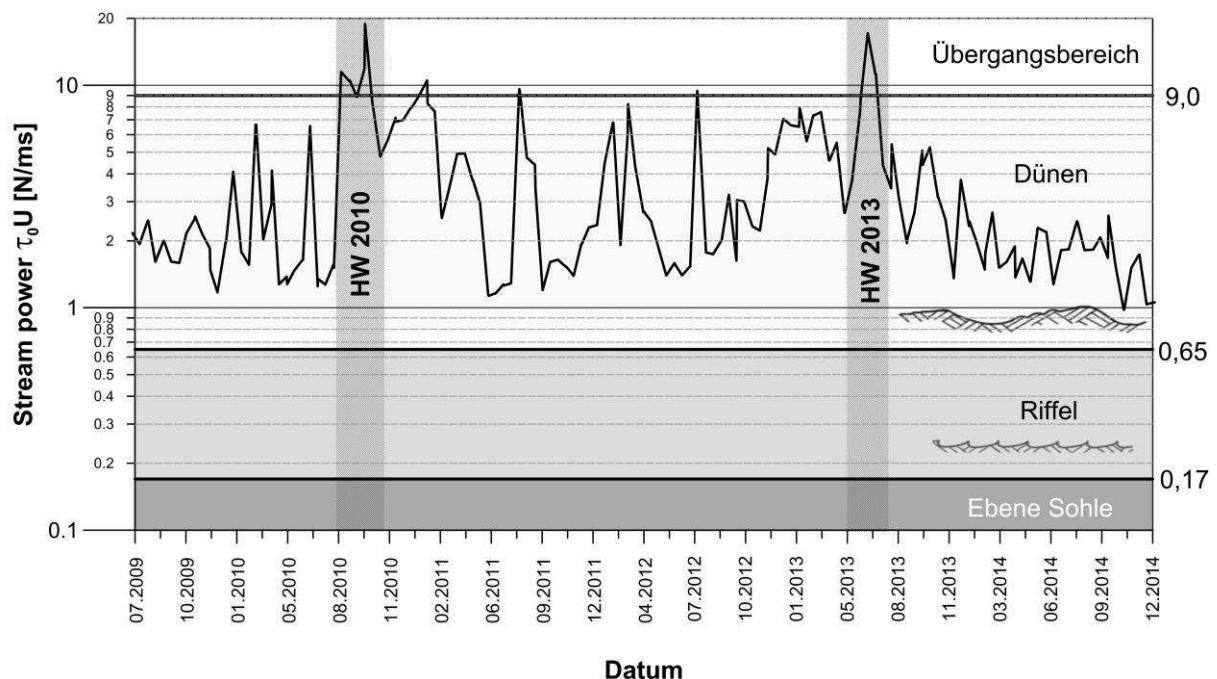


Abbildung 3: Transportdynamik der Spreesohle mit den beiden HW-Spitzen 2010/2013 (Borchardt, 2016)

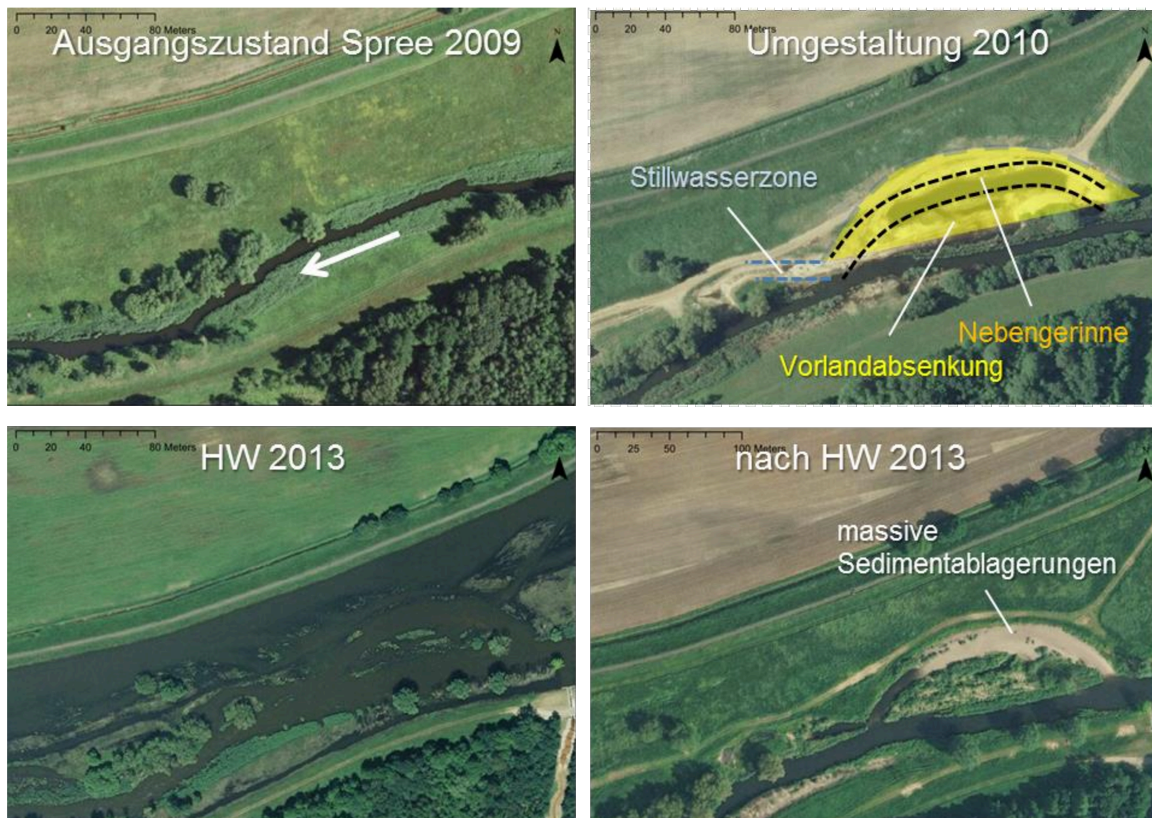


Abbildung 4: Sedimentdynamik der Spree-Renaturierung infolge der HW: Entwicklung einer Vorlandabsenkung mit Nebengerinne

4 Auswirkung der Sedimentdynamik auf HWRL / WRRL

4.1 Auswirkungen der Sedimentdynamik auf die HWRL

Zur Analyse des HW im August 2010 wurde durch unser Ingenieurbüro eine hydronumerische 2D Simulation durchgeführt (Hydro_AS-2D). Für die Erstellung des Rechengitters lagen Querprofilmessungen nach langanhaltenden Mittelwasserperioden vor.

Im Ergebnis hat die Modellierung des HW-Szenarios Abweichungen der Wasserspiegellage lokal von bis zu ± 35 cm ergeben (Abbildung 5), die mit morphologischen Veränderungen während des HW zusammenhängen. Dabei wurden unterschiedliche Prozesse beobachtet, z. B. Erosion durch Strömungskontraktion an Brücken, Erosion unterstrom von Wehren durch Unterbrechung des Sedimentkontinuums, Auflandung unterstrom von Wehren durch Spülflutungen bei HW (gIR, 2011b). Der Vergleich macht deutlich, wie anpassungsfähig eine Sandsohle auf die Abflussbedingungen reagieren kann und wie wichtig damit eine Quantifizierung während des HW ist. Nur so können belastbare Prognosen der ungünstigsten Wasserstände während extremer Ereignisse getroffen werden,

welche die Grundlage bei der Bewertung im Sinne der HWRL darstellen. Wenn solche Messungen nicht vorliegen, sollten zumindest theoretische Abschätzungen zur Sedimentdynamik oder HN-Modelle mit Modulen zur Sedimentberechnung zum Einsatz kommen.

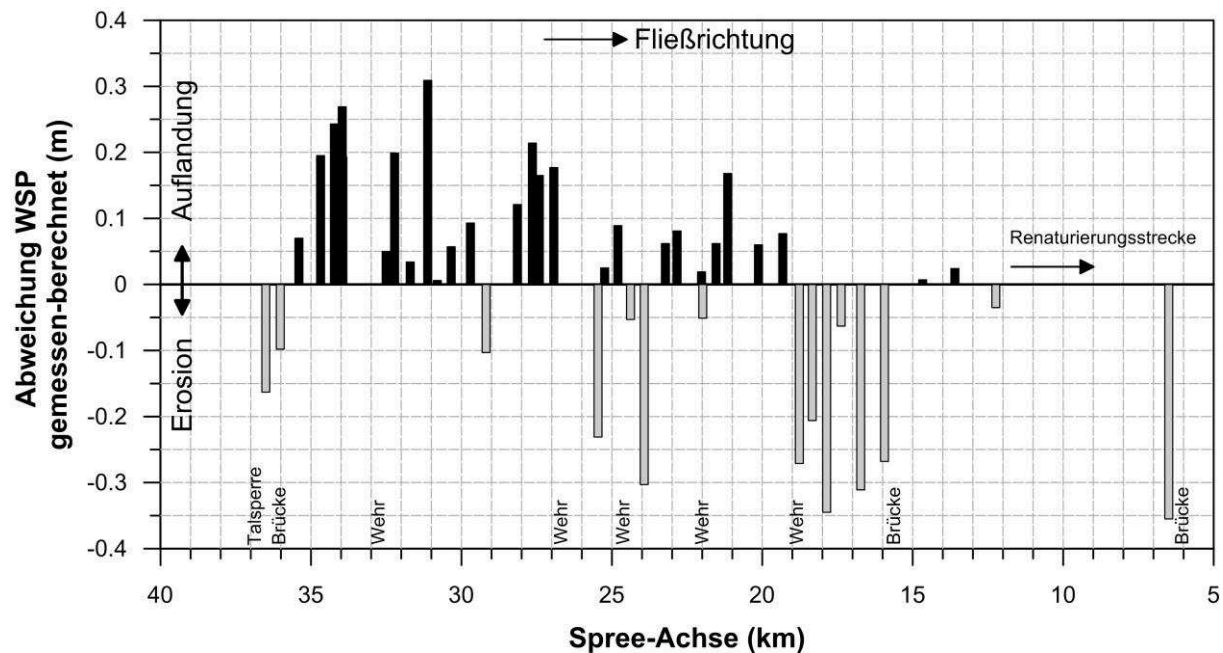


Abbildung 5: Differenz gemessener und berechneter WSP-Lagen für das August-HW 2010

4.2 Auswirkungen der Sedimentdynamik auf die WRRL

Die Dynamik des Sedimenttransports (vgl. Abbildung 4) prägt entscheidend den Lebensraum und die Besiedelbarkeit für die aquatische Flora und Fauna und geht über die rein statische Erfassung der Mikro- und Mesohabitatstruktur hinaus.

Sandsohlen sind aufgrund der latenten Mobilität relativ arten- und individuenarm. Bei Düentransport in der Spree sind z. B. die oberen 10 – 40 cm der Sohle von periodischer Umlagerung betroffen, die zur Freilegung und damit meist Verdriftung der darin lebenden Organismen führt. Bei extremen HW-Ereignissen im Übergangsbereich (vgl. Abbildung 4) gerät die gesamte Sandsohle in Bewegung und wird mit der fließenden Welle transportiert, was ökologisch ein „catastrophic event“ darstellt (Bohle, 1995). Die Regeneration und Wiederbesiedelung nach einem solchen Ereignis erfordert Zeit, die artenspezifisch ist und je nach Randbedingungen variieren kann. Für das Makrozoobenthos konnte dieser Prozess in der Spreerenaturierung durch Beprobungen vor und nach dem HW 2013 aufgezeigt werden (Leßmann & Polak, 2015).

Ein anschaulicheres Beispiel sind Uferpflanzenbestände, die ebenfalls Regenerationszeit nach einem extremen Ereignis brauchen. In Abbildung 6 ist dazu die Erosion eines Schilfgürtels infolge des Hochwassers 2010 an der Spree dargestellt. Der Verlust des Bestandes beeinflusst auch viele davon abhängige Arten. Die biologische Beprobung und die Bewertung nach WRRL würden für die beiden Momentaufnahmen entsprechend vollkommen unterschiedlich ausfallen.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass auch die Biologie nicht entkoppelt von der Sedimentdynamik der Fließgewässer betrachtet werden kann, wenn die Ergebnisse repräsentativ für längere räumliche und zeitliche Abschnitte gelten sollen.



Abbildung 6: HW als „catastrophic event“: Erosion eines Schilfgürtels durch das Spree-HW (2010)

5 Sedimentdynamik als Indikator im EU-weiten Vergleich

Da beide Richtlinien europaweit gültig sind, soll abschließend noch kurz auf die Situation in anderen Mitgliedstaaten der EU eingegangen werden. Im Zuge eines von unserem Büro bearbeiteten Arbeitspaketes im EU-Projekt „HYTECH“ (Hydrodynamic Transport in Ecologically Critical Heterogeneous Interfaces) wurde eine europaweite Befragung durchgeführt, inwiefern Sedimenttransport und Hydromorphologie bei der nationalen Bearbeitung und Umsetzung der WRRL und der HWRL betrachtet werden (*gIR*, 2016).

Insgesamt konnten Fragebögen von 11 EU-Mitgliedsstaaten anonymisiert ausgewertet werden. Obwohl die einzelnen Mitgliedstaaten das Thema unterschiedlich angehen, hat sich in der Summe auch hieraus ein klares Defizit bei der Berücksichtigung der Sedimentproblematik ergeben (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse der EU-weiten Umfrage zur Berücksichtigung von Sedimentdynamik in der WRRL und HWRL (gIR, 2016)

	Frage	JA	NEIN	ohne Angabe	Grafik
		prozentual (%)			
HWRL	Berücksichtigen HW-Risikokarten die Gefährdung von Schutzgütern und Infrastruktur durch Sedimenterosion / -ablagerung?	18	73	9	
	Wird Sedimenttransport direkt in den HW-Gefahrenkarten berücksichtigt?	0	81	19	
	Wird Sedimenterosion / -ablagerung in Wasserstands-Abfluss-Beziehungen in den HN-Modellen berücksichtigt ?	9	91	0	
WRRL	Haben hydromorphologische* Veränderungen Auswirkungen auf die Ergebnisse der Bewertung?	64	18	18	
	Wird die Hydromorphologie* zur Bewertung des ökologischen Zustands verwendet?	91	9	0	
	Wird Sedimenttransport bei der hydromorphologischen* Bewertung berücksichtigt?	0	91	9	
*Hydromorphologie im Sinne der WRRL: die tatsächlich vorhandenen Gewässerstrukturen und das damit verbundene Abflussverhalten eines Gewässers. Dazu gehören Abfluss und Abflussdynamik, Verbindung zu Grundwasserkörpern, Durchgängigkeit, Tiefen- und Breitenvariation, Struktur und Substrat des Fließgewässerbettes, Struktur der Uferzone - NICHT jedoch Sedimenttransport.					

Block 2
Saal 5

6 Fazit

Die Fallstudie der renaturierten Spree bei Cottbus zeigt exemplarisch, dass bei sandgeprägten Tieflandflüssen die Sedimentdynamik bei der Bewertung nach WRRL und HWRL nicht vernachlässigt werden kann. Andernfalls können erhebliche Fehleinschätzungen bei der Bewertung des ökologischen Zustandes als auch bei der Einschätzung von Hochwasserrisiken entstehen.

Da Sediment zudem ein wichtiger Habitatfaktor ist, stellt es ein notwendiges Bindeglied zwischen dem biologischen Ansatz nach WRRL und dem physikalischen nach HWRL dar, dem in Zukunft mehr Bedeutung geschenkt werden sollte.

7 Literatur

Bohle, H.W. (1995): Spezielle Ökologie: Linnische Systeme. Springer-Verlag, Heidelberg.

- Borchardt, T. (2016): Analyse und Modellierung der Ablagerungsprozesse in Nebengerinnen am Beispiel eines renaturierten Spreeabschnitts nördlich von Cottbus. Masterarbeit an der Hochschule Magdeburg-Stendal, 2016.
- Gerstgraser, C.; Zank, H. (2012): Kompensation der Beseitigung eines FFH-Gebietes. Naturschutz u. Landschaftsplanung 44 (10), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 2012.
- Gerstgraser, C.; Gassert, R.; Giebler, S. (2015): Erfolgskontrolle einer großen Flussrenaturierung am Beispiel der Spreeaue bei Cottbus. Tagungsband zum 38. Dresdner Wasserbaukolloquium 2015, pp. 541-550.
- gIR (2011a): Gewässerentwicklungskonzept für das Teileinzugsgebiet „Cottbuser Spree“ Bericht im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (LUGV), gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung, Cottbus 2011.
- gIR (2011b): Hochwasser im Einzugsgebiet der Spree 2010. Teil 2: Hochwasseranalyse. Bericht im Auftrag des LUGV, gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung, Cottbus 2011.
- gIR (2012): Monitoring der Strukturveränderung der Spree – Ergänzungen zum Monitoringbericht. Bericht im Auftrag von Vattenfall Europe Mining AG, gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung, Cottbus 2012.
- gIR (2016): Auswertung der Fragebögen zur Implementierung der HWRL/WRRL in den EU-Mitgliedsstaaten. Bericht im Rahmen des HYTECH-Projekts (Grant Agreement no 316546), gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung, Cottbus 2011.
- Köhler, F. (1934): Die Veränderungen des hydrographischen Netzes im Spreewald im Wandel der Zeiten. Dissertation, Sächsische Technische Hochschule zu Dresden.
- Leßmann, D.; Polak, J. (2015): Monitoring des Makrozoobenthos der Spree im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens „Gewässerausbau Cottbuser See, Teil 1“, Bericht der BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Gewässerschutz, im Auftrag von Vattenfall Europe Mining AG, Cottbus. 2015.
- LUA (2005): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie - Bericht zur Bestandsaufnahme für das Land Brandenburg. Herausgeber: Landesumweltamt Brandenburg (LUA), Potsdam 2005.
- Schuster, M. (2015): Geomorphologische Veränderungen in einem renaturierten Abschnitt der Spree im Kontext langfristiger Gewässerentwicklung. Masterarbeit an der Fakultät Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik, BTU Cottbus-Senftenberg.

Autoren:

Dr.-Ing. Ingo Schnauder, Dr. Christoph Gerstgraser,
Dr. Michael Nones, M. Sc. Mathias Schuster, Dipl.-Ing. Steffen Giebler

gerstgraser - Ingenieurbüro für Renaturierung
An der Pastoa 13
D-03042 Cottbus

Tel.: +49 355 48389 0
Fax: +49 355 48389 20
E-Mail: schnauder@gerstgraser.de
dr.g@gerstgraser.de